

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 11-126923

(43)Date of publication of application : 11.05.1999

(51)Int.Cl.

H01L 33/00

(21)Application number : 09-307946

(71)Applicant : TOYODA GOSEI CO LTD

(22)Date of filing : 21.10.1997

(72)Inventor : KAMIMURA TOSHIYA
KOSHIO TAKAHIDE

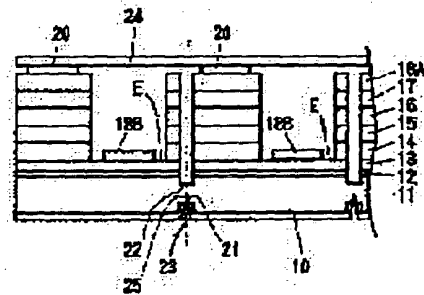
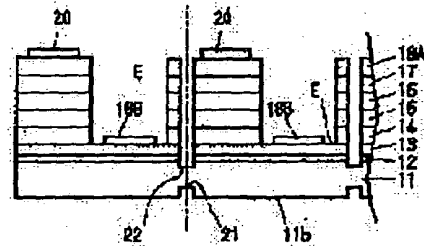
(54) METHOD FOR MANUFACTURING GALLIUM NITRIDE COMPOUND SEMICONDUCTOR ELEMENT

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To form a metal layer on the reverse side of a substrate.

SOLUTION: After a separation groove 21 is formed at a depth of nearly 3/4 of the thickness of a substrate from the reverse side of a substrate 11 along a dicing line, where wafer in which semiconductor layer is formed on the substrate is set, a separating groove 22 is formed until the substrate appears at a position corresponding to the separation groove 21 from a semiconductor layer side. Then, a reverse side 11b is polished, the substrate 11 is thinned to an extent where the trace of the separation groove 22 remains, a metal layer 10 is formed due to the deposition of Al on the entire portion of the reverse side 11b, and the groove 23 corresponding to the separation groove 21 is formed. Then, an adhesive sheet 24 is applied onto an electrode pad 20, and scribing is made from the side of the metal layer 10 along the groove 23, thus forming a scribe line. Then, a load is applied to the wafer for braking, thus

manufacturing a light-emitting element where the metal layer 10 is formed on the reverse side 11b. Light advancing towards the side of the substrate 11 is reflected by the metal layer 10 being formed on the reverse side 11b, and light take-out efficiency from the sides of electrodes 18A and 18B is improved, thus obtaining high emission intensity.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision
of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2000 Japan Patent Office

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平11-126923

(43)公開日 平成11年(1999) 5月11日

(51)Int.Cl.⁶

H 0 1 L 33/00

識別記号

F I

H 0 1 L 33/00

C

審査請求 未請求 請求項の数1 F D (全 5 頁)

(21)出願番号 特願平9-307946

(22)出願日 平成9年(1997)10月21日

(71)出願人 000241463

豊田合成株式会社

愛知県西春日井郡春日町大字落合字長畑1
番地

(72)発明者 上村 俊也

愛知県西春日井郡春日町大字落合字長畑1
番地 豊田合成株式会社内

(72)発明者 小塩 高英

愛知県西春日井郡春日町大字落合字長畑1
番地 豊田合成株式会社内

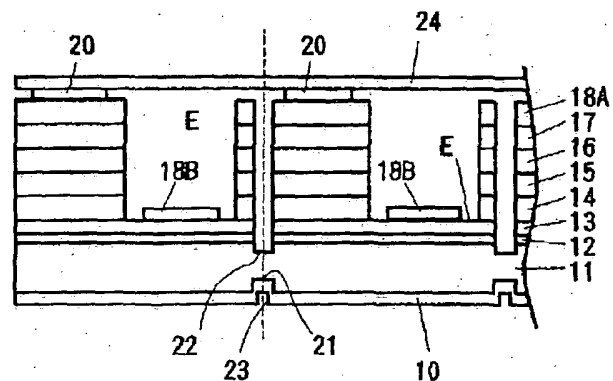
(74)代理人 弁理士 藤谷 修

(54)【発明の名称】 窒化ガリウム系化合物半導体素子の製造方法

(57)【要約】

【課題】基板裏面に金属層を形成すること。

【解決手段】基板上に半導体層が形成されたウエハを設定されたダイシングラインに沿って基板の裏面側から基板の厚さの略3/4の深さに分離溝21を形成した後に、半導体層側より分離溝21に対応した位置で基板が表れるまで分離溝22を形成する。次に、裏面11bを研磨し、分離溝22の痕跡が残る程度に基板11を薄板化し、裏面11b全体に、Alの蒸着により金属層10を形成し、分離溝21に対応した溝23が形成される。次に、電極パッド20上に粘着シート24を貼着し、金属層10側から溝23に沿ってスクライビングし、スクライブラインを形成する。次に、ウエハに荷重を作用させてブレーキングし、裏面11bに金属層10が形成された発光素子100の製造が可能となる。基板11側に進行した光は、裏面11bに形成された金属層10によって反射され、電極18A, 18B側からの光取り出し効率が向上し、高発光強度が得られる。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 基板上に窒化ガリウム系化合物半導体が形成されたウエハを、その裏面側から所定の第 1 の深さに切削し、第 1 の溝を形成する第 1 の工程と、
前記ウエハを、その表面側から第 1 の溝にほぼ対応する位置で所定の第 2 の深さに切削し、第 2 の溝を形成する第 2 の工程と、
前記第 1 の溝の痕跡が残る程度に前記基板の裏面を研磨する第 3 の工程と、
前記第 3 の工程の後、前記基板の裏面に金属層を形成する第 4 の工程と、
前記第 4 の工程の後、前記金属層側から前記第 1 の溝に沿ってスクライビングする第 5 の工程と、
前記第 5 の工程の後、前記ウエハをプレーキングし、各素子に分離する第 6 の工程とを備えたことを特徴とする窒化ガリウム系化合物半導体素子の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、窒化ガリウム(GaN)系化合物半導体素子の製造方法に関し、特に、基板裏面に金属層を形成する方法に関する。

【0002】

【従来の技術】従来、GaN 系化合物半導体発光素子では、絶縁性のサファイア基板上に半導体層を積層し、その同じ側に正負の各電極を設けた構成としている。この発光素子 30 をリードフレーム 31 上に配置した模式的断面図を図 8 に示す。発光素子 30 は、所定の波長で発光する発光層 34 を有し、正負の各電極 35、36 は基板 33 に対して上側に設けられている。そして、基板 33 の裏面が樹脂材で構成されたペースト 32 を用いてリードフレーム 31 上にダイボンディングされている。
又、図示していないが、各電極 35、36 は所定の部位とワイヤボンディングにより電氣的に接続され、電極 35、36 側から光を取り出す構成としている。しかし、図 8 に示す構成では、発光層 34 から得られる発光の方向に選択性がないので、基板 33 の裏面における反射光が、電極 35、36 側からの光取り出し量に大きく寄与することになるが、基板 33 裏面に設けられたペースト 32 により光が吸収されるために光の反射効率が良くなく、発光強度が低いという問題がある。又、ペースト 32 は、雰囲気温度や素子 30 の駆動により発生する熱によって経時的に劣化(黄色に変色)するため、反射光が減少し、経時的な光度の劣化が生ずるという問題もある。そこで、基板 33 の裏面に金属層を形成して光の反射効率を高め、高発光強度を得る方法が考えられる。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】通常では、基板 33 の硬度が大きいので、ウエハの分離の際には基板 33 を研磨して薄板化し、その後に基板 33 の裏面からスクライビングし、プレーキングすることでウエハを分離してい

る。従って、金属層を形成するのは基板の研磨後であって、スクライビングの前に基板 33 の裏面に反射のための金属層を形成すれば、スクライビング時の位置合わせが困難となる。又、スクライビングの後に金属層を形成すれば、ウエハには電極 35、36 側に粘着シートが貼着された状態であるので、ウエハ裏面の洗浄が困難であると共に、金属層の形成時に加熱できないため、金属層と基板 33 裏面との密着性を得ることができない。また、酸化膜による反射膜を形成する方法も考えられるが、膜厚制御等製造上の難しさがある。

【0004】従って、本発明の目的は、上記課題にあつて、GaN 系化合物半導体発光素子において、基板裏面に金属層を形成することを可能とし、経時的に良好な光の反射を得て、電極側からの光取り出し量を向上させることである。

【0005】

【課題を解決するための手段】上記の課題を解決するために、請求項 1 に記載の手段によれば、第 1 の工程により、基板上に窒化ガリウム系化合物半導体が形成されたウエハは、その裏面側から所定の第 1 の深さに切削され、第 1 の溝が形成される。又、第 2 の工程により、ウエハは、その表面側から第 1 の溝にほぼ対応する位置で所定の第 2 の深さに切削され、第 2 の溝が形成される。ここで、第 1 の工程と第 2 の工程とにおいて、いずれの工程を先に行ってもよい。次に、第 3 の工程により、第 1 の溝の痕跡が残る程度に基板の裏面が研磨され、この後、第 4 の工程により、基板の裏面に金属層が形成される。次に、第 5 の工程により、金属層側から第 1 の溝に沿ってスクライビングされ、この後、第 6 の工程により、ウエハがプレーキングされて、各素子に分離される。このように、基板裏面に金属層が形成されても、第 1 の溝の痕跡があるので、金属層側からスクライビング時の位置決めを容易に行うことができる。又、基板裏面に金属層が形成されることにより、素子から基板側に出力される光が金属層によって反射されるので、高発光強度を得ることができる。又、樹脂材による反射ではないので、経時的に安定した発光を得ることが可能である。

【0006】

【発明の実施の形態】以下、本発明を具体的な実施例に基づいて説明する。図 1 は、サファイア基板 11 上に形成された GaN 系化合物半導体で形成された発光素子 10 の模式的な断面構成図である。基板 11 の上には窒化アルミニウム(AlN)から成る膜厚約 25nm のパuffers 層 12 が設けられ、その上にシリコン(Si)ドーパの GaN から成る膜厚約 4.0 μm の高キャリア濃度 n^+ 層 13 が形成されている。この高キャリア濃度 n^+ 層 13 の上に Si ドープの n 型 GaN から成る膜厚約 0.5 μm のクラッド層 14 が形成されている。そして、クラッド層 14 の上に膜厚約 35Å の GaN から成るバリア層 151 と膜厚約 35Å の Ga_{0.8}In_{0.2}N から成る井戸層 152 とが交互に積層され

た多重量子井戸構造(MQW)の発光層15が形成されている。バリア層151は6層、井戸層152は5層である。発光層15の上にはp型 $\text{Al}_{0.15}\text{Ga}_{0.85}\text{N}$ から成る膜厚約50nmのクラッド層16が形成されている。さらに、クラッド層16の上にはp型GaNから成る膜厚約100nmのコンタクト層17が形成されている。

【0007】又、コンタクト層17の上には金属蒸着による透光性の電極18Aが、 n^+ 層13上には電極18Bが形成されている。透光性の電極18Aは、コンタクト層17に接合する膜厚約15Åのコバルト(Co)と、Coに接合する膜厚約60Åの金(Au)とで構成されている。電極18Bは膜厚約200Åのパナジウム(V)と、膜厚約1.8μmのアルミニウム(Al)又はAl合金で構成されている。電極18A上の一部には、CoもしくはNiとAu、Al、又は、それらの合金から成る膜厚約1.5μmの電極パッド20が形成されている。又、基板11の裏面には、膜厚約200nmのアルミニウム(Al)から成る金属層10が形成されている。

【0008】次に、この発光素子100の製造方法について説明する。上記発光素子100は、有機金属気相成長法(以下「MOVPE」と略す)による気相成長により製造された。用いられたガスは、アンモニア(NH_3)、キャリアガス(H_2 , N_2)、トリメチルガリウム($\text{Ga}(\text{CH}_3)_3$) (以下「TMG」と記す)、トリメチルアルミニウム($\text{Al}(\text{CH}_3)_3$) (以下「TMA」と記す)、トリメチルインジウム($\text{In}(\text{CH}_3)_3$) (以下「TMI」と記す)、シラン(SiH_4)とシクロペンタジエニルマグネシウム($\text{Mg}(\text{C}_5\text{H}_5)_2$) (以下「Cp₂Mg」と記す)である。まず、有機洗浄及び熱処理により洗浄したa面を主面とした単結晶の基板11をMOVPE装置の反応室に載置されたサセプタに装着する。次に、常圧で H_2 を反応室に流しながら温度1100℃で基板11をベーキングした。次に、基板11の温度を400℃まで低下させて、 H_2 、 NH_3 及びTMAを供給してAlNのパッファ層12を約25nmの膜厚に形成した。

【0009】次に、基板11の温度を1150℃に保持し、 H_2 、 NH_3 、TMG及びシランを供給し、膜厚約4.0μm、電子濃度 $2 \times 10^{18}/\text{cm}^3$ のGaNから成る高キャリア濃度 n^+ 層13を形成した。次に、基板11の温度を1150℃に保持し、 N_2 又は H_2 、 NH_3 、TMG、TMA及びシランを供給して、膜厚約0.5μm、電子濃度 $1 \times 10^{18}/\text{cm}^3$ のGaNから成るクラッド層14を形成した。上記のクラッド層14を形成した後、続いて、 N_2 又は H_2 、 NH_3 及びTMGを供給して、膜厚約35ÅのGa_{0.8}In_{0.2}Nから成る井戸層152を形成した。次に、 N_2 又は H_2 、 NH_3 、TMG及びTMIを供給して、膜厚約35ÅのGa_{0.8}In_{0.2}Nから成るバリア層151を形成した。さらに、バリア層151と井戸層152を同一条件で4周期形成し、その上にGa_{0.8}In_{0.2}Nから成るバリア層151を形成した。このようにして5周期のMQW構造の発光層15を形成した。

【0010】次に、基板11の温度を1100℃に保持し、

N_2 又は H_2 、 NH_3 、TMG、TMA及びCp₂Mgを供給して、膜厚約50nm、マグネシウム(Mg)をドーブしたp型 $\text{Al}_{0.15}\text{Ga}_{0.85}\text{N}$ から成るクラッド層16を形成した。次に、基板11の温度を1100℃に保持し、 N_2 又は H_2 、 NH_3 、TMG及びCp₂Mgを供給して、膜厚約100nm、Mgをドーブしたp型Ga_{0.8}In_{0.2}Nから成るコンタクト層17を形成した。次に、コンタクト層17の上にエッチングマスクを形成し、所定領域のマスクを除去して、マスクで覆われていない部分のコンタクト層17、クラッド層16、発光層15、クラッド層14、 n^+ 層13の一部を塩素を含むガスによる反応性イオンエッチングによりエッチングして、 n^+ 層13の表面を露出させた。次に、以下の手順で、 n^+ 層13に対する電極18Bと、コンタクト層17に対する透光性の電極18Aとを形成した。

【0011】(1) フォトリソグرافィにより n^+ 層13の露出面上の所定領域に窓を形成して、 10^{-6} Torrオーダ以下の高真空中に排気した後、膜厚約200Åのパナジウム(V)と膜厚約1.8μmのAlを蒸着した。次に、フォトリソグرافィを除去する。これにより n^+ 層13の露出面上に電極18Bが形成される。

(2) 次に、表面上にフォトリソグرافィにより、コンタクト層17の上の電極形成部分のフォトリソグرافィを除去して、窓部を形成する。

(3) 蒸着装置にて、フォトリソグرافィ及び露出させたコンタクト層17上に、 10^{-6} Torrオーダ以下の高真空中に排気した後、膜厚約15ÅのCoを成膜し、このCo上に膜厚約60ÅのAuを成膜する。

【0012】(4) 次に、試料を蒸着装置から取り出し、リフトオフ法によりフォトリソグرافィ上に堆積したCo、Auを除去し、コンタクト層17上に透光性の電極18Aを形成する。

(5) 次に、透光性の電極18A上の一部にボンディング用の電極パッド20を形成するために、フォトリソグرافィを一様に塗布して、その電極パッド20の形成部分のフォトリソグرافィに窓を開ける。次に、CoもしくはNiとAu、Al、又は、それらの合金を膜厚1.5μm程度に、蒸着により成膜させ、(4)の工程と同様に、リフトオフ法により、フォトリソグرافィ上に堆積したCoもしくはNiとAu、Al、又はそれらの合金から成る膜を除去して、電極パッド20を形成する。

(6) その後、試料雰囲気真空ポンプで排気し、 O_2 ガスを供給して圧力3Paとし、その状態で雰囲気温度を約550℃にして、3分程度、加熱し、コンタクト層17、クラッド層16をp型低抵抗化すると共にコンタクト層17と電極18Aとの合金化処理、 n^+ 層13と電極18Bとの合金化処理を行った。このようにして、金属層10のないウエハが形成される。

【0013】次に、図2～図7を用いて、金属層10の形成とウエハの分離について以下に説明する。まず、図

2に模式的断面図を示すように、上述のようにして形成されたウェハを設定されたダイシングライン（図略）に沿って、ブレード40を用いて基板11の裏面11b側から板厚の略3/4の深さ（第1の深さ）に分離溝（第1の溝）21を形成する（第1の工程）。次に、図2のウェハにおいて、ブレード40を用いて分離溝21に対応して基板11bの反対側である半導体側より基板を約15μmの深さ（第2の深さ）で分離溝（第2の溝）22を形成する。これにより、図3に示す断面構成が得られる。次に、図3のウェハにおいて、ラップ盤を用いて

基板11の裏面11bを研磨し、分離溝21の痕跡が残る程度に基板11を薄板化する（第3の工程）。これにより、図4に示す断面構成が得られる。

【0014】次に、基板11の裏面11b全体に、アルミニウム(Al)の蒸着により、厚さ約200nmの金属層10を形成する（第4の工程）。これにより、図5に示される断面構成が得られる。この図に見られるように、金属層10には、分離溝22に対応して溝23が形成される。次に、電極パッド20上に、粘着シート24を貼着し、図6に示す構成を得る。次に、金属層10側から、スクライバを用いて溝23上をスクライビングし、スクライプライン25を形成する（第5の工程）。この状態の断面構成を示せば、図7のようになる。次に、ローラを用いてウェハに荷重を作用させてブレーキングし（第6の工程）、図1の構成が得られる。

【0015】上記に示すように、基板11の裏面11bに分離溝21を形成した状態で金属層10を形成することにより、金属層10上に分離溝21に対応した溝23が形成されるので、金属層10側からのスクライビング時の位置決めを容易に行える。これによって、基板11の裏面11bに金属層10が形成された発光素子100の製造が可能となる。又、金属層10の形成を、粘着シート24の貼着前に行うので、金属層10を蒸着により加熱形成でき、基板11の裏面11b上に密着して形成できる。又、発光素子100において、基板11側に進行した光は、裏面11bに形成された金属層10によって良好に反射されるので、電極18A、18B側からの光取り出し効率が向上し、発光強度を高めることができる。又、金属層10は経時的な劣化がないので、経時的に安定した発光が可能となる。

【0016】上記実施例では、分離溝21を形成した後に、基板の半導体側から分離溝22を形成したが、分離溝22の形成後に分離溝21を形成してもよい。上記実施例では、厚さ約200nmのAlから成る金属層10を蒸着により設けたが、金属層10を構成する金属はいずれの種類でもよく、光を反射できる程度の膜厚を有していればよい。又、蒸着以外の方法を用いて金属層10を形成してもよい。又、上記実施例では、分離溝22の深さは

約15nmとしたが、5～50nmの範囲でよい。又、分離溝21の深さは板厚の略3/4としたが、1/2～5/6の範囲でよい。発光素子100の発光層15はMQW構造としたが、SQWやGa_{0.8}In_{0.2}N等から成る単層、その他、任意の混晶比の4元、3元系のAlGaInNとしても良い。又、p型不純物としてMgを用いたがベリリウム(Be)、亜鉛(Zn)等の2族元素を用いることができる。又、本発明は発光素子のみならず受光素子にも利用することができる。

10 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の具体的な実施例に係わるGaN系化合物半導体発光素子の構造を示した模式的断面図。

【図2】本発明の具体的な実施例に係わるGaN系化合物半導体発光素子の形成方法における第1の工程を示した模式図。

【図3】本発明の具体的な実施例に係わるGaN系化合物半導体発光素子の形成方法における第2の工程を示した模式図。

20 【図4】本発明の具体的な実施例に係わるGaN系化合物半導体発光素子の形成方法における第3の工程を示した模式図。

【図5】本発明の具体的な実施例に係わるGaN系化合物半導体発光素子の形成方法における第4の工程を示した模式図。

【図6】本発明の具体的な実施例に係わるGaN系化合物半導体発光素子の形成方法において、電極パッド上に粘着シートを貼着した状態を示した模式図。

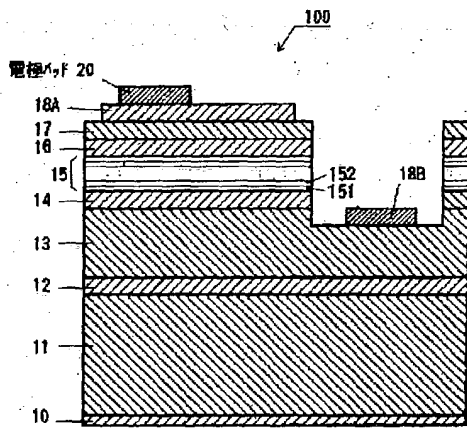
30 【図7】本発明の具体的な実施例に係わるGaN系化合物半導体発光素子の形成方法における第5の工程を示した模式図。

【図8】従来のGaN系化合物半導体発光素子をリードフレーム上に固設した状態を示した模式的断面図。

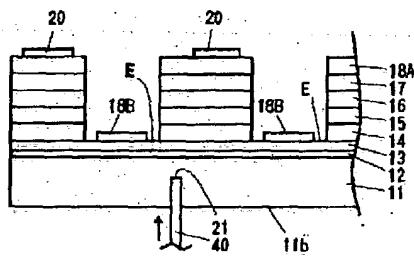
【符号の説明】

| | |
|-------|-------------------------|
| 10 | 金属層 |
| 11 | サファイア基板 |
| 12 | パッファ層 |
| 13 | 高キャリア濃度n ⁺ 層 |
| 14、16 | クラッド層 |
| 15 | 発光層 |
| 17 | コンタクト層 |
| 18A | p電極 |
| 18B | n電極 |
| 20 | 電極パッド |
| 21、22 | 分離溝 |
| 24 | 粘着シート |
| 25 | スクライプライン |
| 100 | 発光素子 |

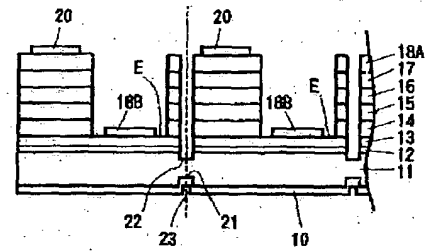
【図 1】



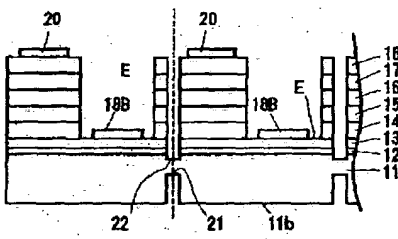
【図 2】



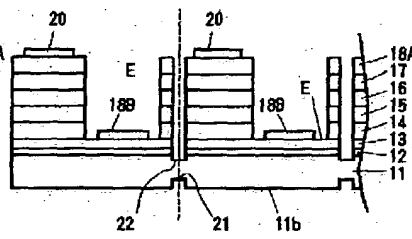
【図 5】



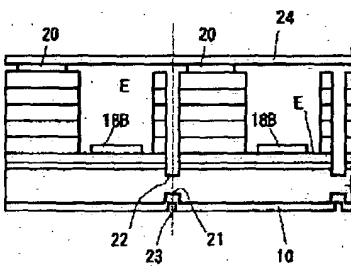
【図 3】



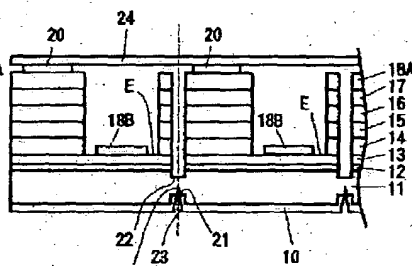
【図 4】



【図 6】



【図 7】



【図 8】

